

бильных дорог. – М.: Транспорт, 1970. – 146 с.

7. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения (Справочник): Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

8. Лобашов А.О. О прогнозировании скорости транспортных потоков на городских улицах // Вестник ХНАДУ. – Харьков: РИО, ХНАДУ, 2002.

Получено 02.02.2006

УДК 656 : 519.87 : 314

В.К.ДОЛЯ, д-р техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

П.М.ГРИЦЮК, канд. фіз.-матем. наук, М.Є.КРИСТОПЧУК

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м.Рівне*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ РЕГІОНУ МЕТОДОМ ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ ЩІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ

Пропонується методика визначення закономірностей розселення в регіоні та побудована регулярна модель для функції щільності населення. Отримана модель може бути використана для математичного моделювання функціонування транспортних систем.

При визначенні ємності автотранспортних послуг при формуванні парку автотранспортних засобів для виконання міських та приміських перевезень слід враховувати:

- розподіл міст і селищ міського типу за чисельністю населення;
- середню чисельність населення в містах за групами;
- структуру розподілу населення за чисельністю.

На міських і приміських маршрутах відбулось різке зменшення кількості автобусів великої та особливо великої місткості, на заміну яких з'явилися автобуси малої та особливо малої місткості, що в свою чергу призвело до гіпертрофії ринку транспортних послуг.

В умовах ринку пасажирський транспорт стає об'єктом економічних методів дослідження: маркетингу, аналізу ринків, оцінки поведінки споживачів послуг по переміщенню населення, вивчення закономірностей попиту і керування ним.

Існує нагальна потреба в наявності конкретних методик, що дозволяють кількісно ув'язати попит з пропозицією транспортних послуг, оцінити вплив на нього як цінових, так нецінових факторів. Такі методики необхідні як у теоретичному плані, так і для вирішення практичних задач управління (у тому числі стратегічного) громадським транспортом на рівні підприємств-операторів і державних органів міських і обласних адміністрацій.

У ринкових умовах мають місце два напрямки організації послуг

пасажи́рського транспорту: з одного боку, робота транспорту приводиться у відповідність до попиту на його послуги, а з іншого – формується попит на перевезення в залежності від можливостей транспортної системи. Це організується в комплексі технологій організації і управління транспортним процесом.

На даний час фізико-механічні аналоги моделювання пасажиро-потоків і транспортно-логістичних систем вичерпали свій ресурс, тому потрібний підхід, який ґрунтується на вивченні закономірностей взаємодії населення, виробництва з транспортними потоками. Основним тут є встановлення виду зворотного зв'язку розміщених у просторі об'єктів на рухомість у транспортному обслуговуванні: плануванні мережі, її потужності (пропускна і провізна здатність, швидкість руху, надійність і регулярність сполучення, комфортність і безпека транспортування), вивчення закономірностей розселення та просторової самоорганізації населення.

Під розселенням розуміють розподіл населення в межах деякої території: країни, регіону, області, і т.д. Розселення характеризують загальною кількістю населення H_F , яке проживає в межах деякої території з площею F , або щільністю населення $h_F = dH_F / dF$ [1]. В теорії пасажирських перевезень, на відміну від економічної географії, закономірності розселення населення визначають через реалізовані ним переміщення. У відповідності до постановки задачі аналізу розселення будуть виступати відстань переміщення l або затрати часу на переміщення t відносно тих чи інших центрів транспортного тяжіння.

Відомі моделі [1], для яких в зоні розселення i , загальна кількість зародження переміщень населення певної групи рівна A_i (рис.1). Дану величину називають ємністю зони i по відправленнях. Аналогічно кількість переміщень, які закінчуються в зоні j називають ємністю по прибуттю (нею може бути будь-який центр тяжіння, або зона).

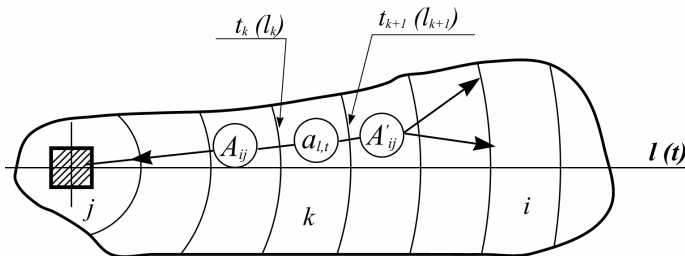


Рис.1 – Модель визначення щільності транспортних зв'язків

Прийнявши за центр побудови деякий центр тяжіння j , що знаходиться в i -й зоні, проводяться побудови відносно нього ізохрони t , або ізодистанти l . Нехай всередині зони з центром j , обмеженій деякою ізохроною t_k або ізодистантою l_k , зароджується $A_i(l, t)$ переміщень, а всередині елементарної територіальної одиниці площею dF , обмеженої ізохронами t_k та t_{k+1} або ізодистантами l_k та l_{k+1} – відповідно $a_{l,t}$. Відношення $d_F = a_{l,t} / dF$ представляє собою щільність транспортних зв'язків, або щільність розселення; $a_{l,t}(l, t)$ та $A_i(l, t)$ – відповідно диференціальний та інтегральний закони розселення, між якими існує зв'язок у вигляді: $A_i(l, t) = \sum_0^{l,t} a_{l,t}$ [1].

Закони розселення є наслідком дії закону просторової самоорганізації населення по затратах часу на переміщення. Вирішальне значення при цьому відіграє трудова діяльність.

Оскільки $a_{l,t} = d_F dF$, де d_F – щільність розподілу переміщень населення та $A_i(l, t) = \int_0^{l,t} a_{l,t} dt = \int_0^{l,t} d_F dF$, то закономірності розселення $a_{l,t}(l, t)$ і $A_i(l, t)$ можна розглядати у вигляді залежностей $d_F(l, t)$.

Різними авторами запропоновано ряд емпіричних та теоретичних залежностей $d_F(l, t)$. Зокрема, Г.А.Гольц [2], запропонував нормально-імовірнісну функцію розселення міського населення, з врахуванням багатofакторного характеру формування зв'язків з центрами тяжіння:

$$d_F = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/(2\sigma^2)}, \quad (1)$$

де σ – параметр закону розподілу, визначений у функції прийнятої граничної тяжкості сполучення за „правилом трьох сигм”.

Широкого розповсюдження також набула експоненціальна модель розселення [1, 3]:

$$d_F = ae^{-bt}, \quad (2)$$

де a – поверхнева щільність населення в центрі тяжіння; b – степінь

експоненціального зменшення щільності розселення із збільшенням тяжкості сполучення з центром тяжіння.

На сьогодні математичні моделі, які розкривають глибинні причини і тенденції розселення, з огляду на багатофакторність процесу недосконалі.

Для визначення закономірностей розселення в регіоні навколо центра тяжіння (обласний, районний центри), виконана побудова регулярної моделі для функції щільності населення в залежності від віддаленості відносно центра тяжіння $h_F(x, y)$. Пропонується методика, яка включає наступні етапи.

1) Визначення регіону обстеження.

Регіон обстеження обмежуємо прямокутною ділянкою, яка прилягає до обласного центру (м.Рівне). На даному етапі проводиться підготовка вихідних даних про просторове розміщення (визначення координат x_i та y_i) множини точкових об'єктів (населених пунктів) та їх населеність H_{Fi} .

2) Побудова нерегулярної моделі.

Будується графова модель транспортних зв'язків (населені пункти – вершини, транспортні шляхи – ребра). Основними параметрами задачі є координати населених пунктів та кількість жителів.

Першим етапом побудови функції щільності населення є визначення щільності населення для основних населених пунктів регіону. Припустимо, що населення сконцентроване в населеному пункті представленому точковим об'єктом. Для визначення зон взаємного впливу населених пунктів (полігонів) проводиться побудова діаграми Вороного [4] – многокутника, утвореного відрізками перпендикулярів, проведених до середини сторін, що сполучають дві найближчі сусідні точки. Фрагмент діаграми Вороного для нашої задачі представлено на рис.2.

Щільність населення для i -го полігона визначається за формулою

$$h_{Fi} = H_{Fi} / F_i, \quad (3)$$

де F_i – площа полігона, до якого належить населений пункт.

3) Побудова регулярної моделі.

Для переходу від нерегулярної до регулярної моделі щільності населення виконаємо триангуляцію Делоне [5] та застосуємо метод обернених зважених відстаней [6].

Триангуляція – це трикутна полігональна мережа, утворена на множині точкових об'єктів шляхом їх з'єднання відрізками, які не перетинаються. В основі триангуляції Делоне лежить круговий критерій:

якщо провести коло через довільні три точки, то інші точки не повинні попадати в нього, при цьому всі трикутники мережі прагнуть до правильної форми.

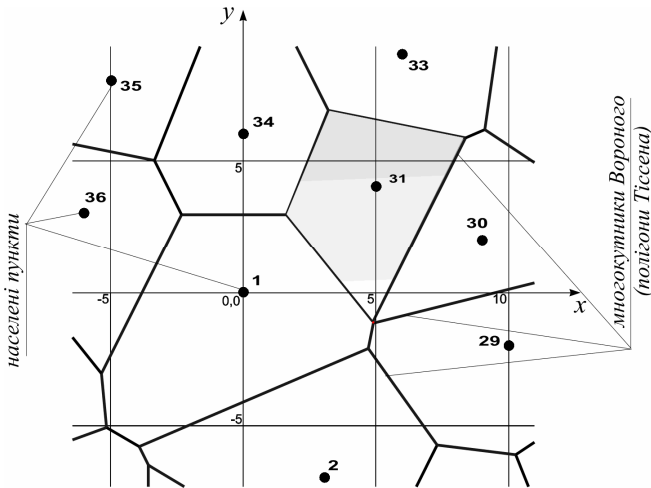


Рис.2 – Фрагмент діаграми Вороного для дослідження транспортної мережі

Триангуляція Делоне і діаграма Вороного є взаємно двоїстими. Фрагмент триангуляції Делоне для нашої задачі представлений на рис.3.

Визначимо щільність населення у i -му населеному пункті як середнє значення для відповідного i -го полігону (див. пункт 2).

Сукупність населених пунктів утворює нерегулярну мережу. Поставимо задачу побудувати регулярну мережу для функції щільності населення з достатньо малим розміром комірки (квадратна сітка), що необхідно для картографування цього параметра. Для цього будується вторинна регулярна квадратна сітка з стороною 1 км. Необхідно визначити значення функції щільності у кожному вузлі цієї сітки. Задача розв'язується методом обернених зважених відстаней [6].

Функція щільності населення регіону за методом обернених зважених відстаней набуває вигляду:

$$h_F(x, y) = \frac{h_{F1} \cdot w_1 + h_{F2} \cdot w_2 + h_{F3} \cdot w_3}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad (4)$$

де h_{F1} , h_{F2} , h_{F3} – щільність населення (визначена на попередньому етапі) в точках (вершинах) трикутника, якому належить біжуча точка;

w_1, w_2, w_3 – ваги, визначені за співвідношенням:

$$w_i = 1/l_i^2, \quad (5)$$

де l_i – відстань від відповідних вершин трикутника до біжучого вузла вторинної сітки (див. рис.3); (x, y) – координати вузла.

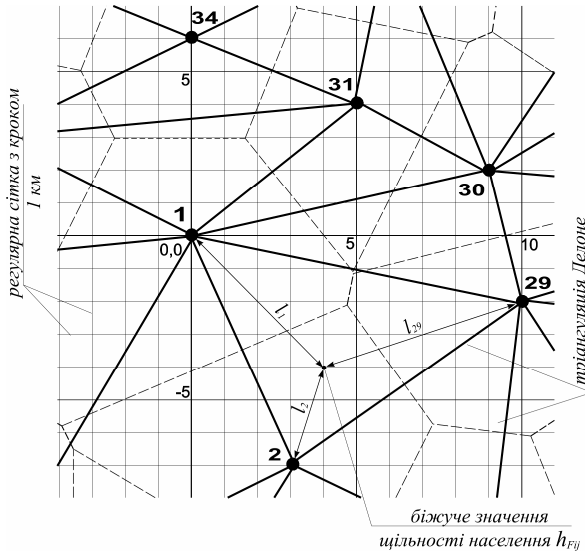


Рис.3 – Фрагмент триангуляції Делоне для досліджуваної транспортної мережі

В результаті застосування наведеної вище методики було отримано табульовану функцію щільності населення для розглянутого нами регіону Рівненської області.

Графічне відображення функції представлено на рис.4.

При проведенні розрахунків були використані характеристики населених пунктів за статистичними даними перепису населення, координати точок – визначені обробкою картографічних об'єктів.

Побудова діаграми Вороного виконана з використанням пакету обробки статистичних даних Statistica 6.0, обробка результатів досліджень та візуалізація здійснена за допомогою програми Surfer. Щільність населення на межі досліджуваного регіону прийнята рівною середній щільності населення по Рівненській області (58 чол./км²).

Запропонована методика може бути складовою частиною комплексних досліджень закономірностей розселення та просторової самоорганізації населення, визначення щільності транспортних зв'язків,

вузлів зародження та погашення пасажиропотоків для побудови найбільш адекватних математичних моделей ефективного функціонування транспортних систем пасажирського приміського сполучення.

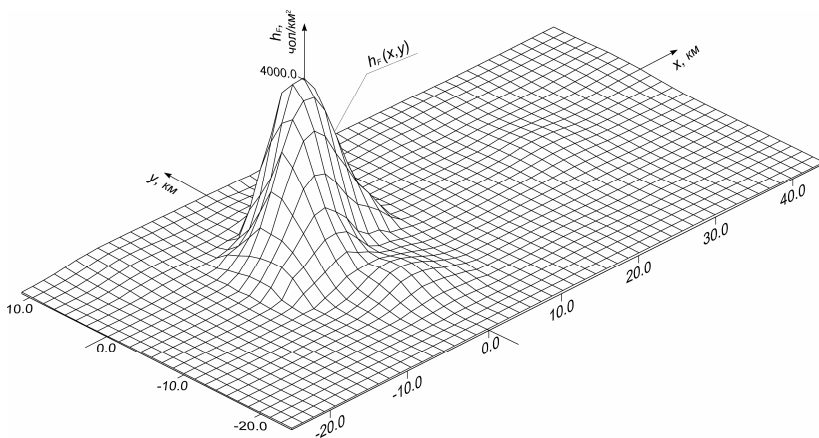


Рис.4 – Графічне зображення функції щільності населення для регіону Рівненської області

- 1.Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. – М: Высшая школа, 1980. – 534 с.
- 2.Применение математических методов в градостроительстве: В помощь проектировщику-градостроителю // Научно-технический тематический сборник. – К., 1972.
- 3.Мерлен П. Город. Количественные методы изучения: Пер. с франц. – М., 1977.
- 4.Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 478 с.
- 5.Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
- 6.Грицюк П.М., Чижевич К.А. Дослідження динаміки рівня ґрунтових вод на території Рівненської області // Вісник НУВГП. Вип.3 (31). – Рівне, 2005. – С.94-101.

Отримано 06.02.2006

УДК 65.001.1 : 519 (075.8)

Е.П.БАБЕНКО

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВЫБОР СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Рассматриваются цель и постановка задачи. Описывается метод анализа иерархии для выбора стратегий развития автомобильных дорог. Приведен пример.

Как известно, дорожные проблемы лучше предусматривать и пре-